基于用户社交网络分析的高校图书馆主题多样性阅读推荐*

■ 柳益君[1,3] 何胜[1,3] 吴智勤[2] 赵小荣[1,3] 习海旭[1,3]
[1] 江苏理工学院计算机工程学院 常州 213001 [2] 江苏理工学院图书馆 常州 213001
[3] 常州市云计算与智能信息处理重点实验室 常州 213001

摘要：［目的/意义］推荐结果覆盖用户的不同兴趣领域，良好的主题多样性对于提高图书馆个性化阅读推荐服务的用户满意度具有重要意义。［方法/过程］提出一种基于社交网络分析的阅读推荐方法，通过用户的兴趣相似好友，挖掘用户的多样隐性兴趣，为用户提供主题多样性的阅读推荐，并给出具有良好学科主题多样性的高校图书馆图书推荐案例。［结果/结论］用户社交网络分析可为高校图书馆发现用户的多样兴趣，进而提供主题多样性的阅读推荐服务，构建用户多元知识结构提供新途径。

关键词：高校图书馆 用户社交网络分析 个性化阅读推荐 主题多样性
分类号：G250.76
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2018.08.009

随着 Web2.0 技术的普遍应用，微博、微信、博客、论坛、播客等社交网络服务（social network service，SNS）网站大规模兴起。高校师生普遍使用社交网络工具进行学习、科研、工作上的交流。Web2.0 和 SNS 技术也被引入高校图书馆的数字化服务建设[1]，构建论坛、微博、微信公众号、QQ 群等知识服务社区。基于社交网络的线上服务平台和服务社区为高校图书馆发现和聚合用户个性化需求，进而建立以人为本的线上线下一体化的阅读推荐服务和应用提供了新的途径。

互联网从 2.0 时代向 3.0 时代迈进，社交网络数据采集也日益方便。不仅可以用爬虫软件从网页中获取信息，还可以利用 SNS 网站开放的应用程序接口自主地采集所需数据。新浪微博、人人网、腾讯 QQ 都提供了开放接口，为社交网络分析和挖掘提供了方便。用户社交数据成为图书馆智慧性知识服务的主要数据资源之一[2]。阮光册和夏磊[3]提出结合社交平台数据的图书馆个性化推荐服务。文献调研发现，目前图书馆领域社交网络应用的实践、研究和探讨所关注的重点是利用社交网络平台进行服务模式创新，如在社交平台上借助社交语境与形式，开展参考咨询服务[4]以及开展阅读传递、交流、分享等[5-7]。通过分析社交网络来挖掘和聚合图书馆用户需求，进而为用户提供个性化阅读推荐服务的研究较少。因此，本研究提出一种基于用户社交网络分析的阅读推荐方法，有助于图书馆为用户提供主题多样性的个性化阅读推荐服务，为社交网络在图书馆个性化服务中进一步发挥作用提供参考。

1 图书馆个性化阅读推荐研究现状及分析

1.1 图书馆个性化阅读推荐研究现状

图书馆个性化阅读推荐的目的是发现目标用户感兴趣的阅读资源，为此需要挖掘出目标用户和阅读资源的二元关系，预测目标用户对阅读资源的兴趣度。主流推荐算法包括基于关联规则的推荐算法、基于内容的推荐算法、协同过滤推荐算法以及混合推荐算法等。这些方法通常根据用户属性信息、历史阅读内容以及借阅、浏览等行为数据来构建用户特征模型，分析

* 本文系国家社会科学基金一般项目“基于大规模网络分析方法和内存计算技术的高校图书馆大数据应用模式与实证研究”（项目编号：15BTQ016）、教育部人文社会科学研究青年基金项目“大数据时代高校图书馆多样性的个性化推荐服务研究”（项目编号：17YJC870011）和江苏省高校哲学社会科学研究项目“SPOC 混合式教学中学习支持服务的建构和实证研究”（项目编号：2017SJB1743）研究成果之一。
作者简介：柳益君（ORCID：0000-0002-5381-6084），副教授，硕士，E-mail：yijunliu@vip.sina.com；何胜（ORCID：0000-0001-6762-8271），副教授，博士；吴智勤（ORCID：0000-0002-8230-7078），助理馆员；赵小荣（ORCID：0000-0002-5678-150X），高级实验师；习海旭（ORCID：0000-0002-7803-7423），副教授。
收稿日期：2017-11-08 修回日期：2018-01-07 本文起止页码：67-73 本文责任编辑：王传清

用户兴趣,预测用户对资源的兴趣度。预测结果越准确,推荐结果越精确。

近年来,国内外学者关注从图书馆用户行为数据中挖掘个性化信息,进而提供个性化阅读推荐服务,取得了良好的效果。K. Tsuji 等[8]采用支持向量机挖掘图书馆借阅日志和文献信息,为用户提供图书推荐。R. Li[9]针对用户借阅记录的显式行为数据建立协同过滤推荐模型,取得了良好的准确率。P. He[10]利用关联规则挖掘读者借阅模式,取得了良好的推荐准确率和覆盖率。袁银池等[11]通过挖掘用户阅读行为数据来发现用户的主题兴趣,构建用户微服务推荐模型,实现专利文献推荐。袁虎声和赵洗尘[12]应用用户借阅数据构建加权借阅网络,结合复杂网络理论实现个性化推荐,推荐结果具有多样性。M. Akbar 等[13]认为图书馆用户的浏览、点击、搜索等隐式反馈行为对挖掘用户兴趣非常重要,并基于用户的隐式行为建立演绎社会网络来分析用户的兴趣,进行资源推荐。田磊等[14]提出一种基于聚类优化的协同过滤个性化图书推荐方法,将行为兴趣相似性较大的用户聚集成类,对目标用户在相应的聚类中构建最近邻居集,产生 top-N 推荐,提高推荐准确性。何胜等[15]将用户行为本体建模和大数据挖掘技术相结合,在用户登录和检索过程中提供个性化推荐服务。唐晓波和周咏[16]通过构建图书基因组来描述图书各方面特征,根据用户标注信息分析用户对图书基因的偏好,提高了推荐结果的准确性。曾子明和金鹏[17]结合用户标注行为,重点考虑标签频率、标签时间等反映用户行为的特征,构建基于用户兴趣变化的推荐模型。还有学者将用户评分、借阅等行为和地理位置、特定时间的情境感知相结合,构建推荐系统,为用户提供契合其所处情境的移动阅读推荐服务[18-20]。

1.2 图书馆个性化阅读推荐的多样性需求

阅读推荐是阅读服务和阅读推广工作中的一项重要内容。随着图书馆数字化、网络化建设进程的快速推进,阅读资源日益丰富,不仅有纸质图书、杂志、报纸、期刊等,还有图像、音频、视频等形式的多媒体数据的大量涌现,成为新的阅读媒介。在这种形势下,阅读推荐不再局限于单一的图书推荐。目前,以图书推荐为主的个性化阅读推荐注重推荐的准确性。但是,仅有高准确性并不能保证用户有高满意度。如一位用户借阅了《数据挖掘算法原理与实现》一书,如果采用传统的基于文献相似度量的协同过滤推荐算法,推荐系统便会集中推荐数据挖掘方向的文献,虽然准确性高,但是多样性不足,用户会觉得自己对于其他主题的阅读需求并未得到满足。

准确性不是衡量推荐结果的唯一标准,而多样性[21-22]、新颖性[22]、惊喜性[23]等指标则日渐受到用户的关注。多样性的推荐结果能覆盖用户不同的兴趣领域,推荐项目之间的相似度越低,多样性越高。如果用户对于推荐项目了解甚少,则认为该项目足够新颖。新颖项目一般都是长尾物品。如果推荐的项目和用户的历史兴趣关联不大,而用户又非常满意,则认为该推荐给用户带来了惊喜。专业文献推荐强调准确性,阅读推荐需要更多地考虑多样性,满足用户多样的兴趣喜好,甚至让用户感到新颖、惊喜,激发用户的阅读积极性,帮助用户突破阅读思维定势,拓展视野,建构多元知识体系。但是,目前的图书馆阅读推荐研究对多样性探讨较少,或虽有探讨[12],但是缺乏多样性的定量分析。

1.3 用户社交网络分析在多样性阅读推荐的优势

为了使阅读推荐结果具有主题多样性,不宜直接采用传统的推荐算法,需要具有多样性的推荐方法。利用用户行为、属性信息、阅读内容等数据来挖掘用户兴趣,容易使推荐陷入片面性。如经典的协同过滤推荐方法主要依赖于用户与用户之间对项目的利用或选择的重叠或相似,限制了推荐项目的范围,导致推荐结果缺乏多样性[24]。周涛[25]指出,推荐的多样性与准确性存在两难困境,但也有研究者设计算法时考虑到两者的平衡[26-28],使两者都得以明显提高。多样性和准确性之间尽管存在竞争,但是在实践中可以彼此平衡、共同提高。与应用用户行为数据和属性信息相比,用户社交网络分析在发现用户多样隐性兴趣,进而提高图书馆个性化阅读推荐的多样性方面具有优势。

社会化网络中存在传递性、"小世界"效应、社区结构等特性[29],社会化网络方法是平衡推荐准确性和多样性的主要方法之一,能在尽可能不影响前者的情况下提高后者[30]。张富国和徐升华[31]提出了基于社会网络信任的个性化推荐算法,通过选择主题多样性好的信任邻居来平衡推荐结果的准确性和多样性,在电子商务推荐中取得了良好的效果。Q. Wu 等[32]基于用户的社会好奇心理,在社会网络中发现用户偏好和用户好奇,推荐结果在准确性和多样性指标上都表现良好。H. Wu 等[33]通过在社会网络中发现用户之间的社会关系来挖掘用户的隐性兴趣,从而提高推荐的多样性。

要提高推荐结果的多样性而不失准确性,不仅需

要提取用户的显性兴趣，还需要发现用户的多样隐性兴趣和广泛的深层次需求。社交网络用户具有社会化、相关性强的特点。社交网络产生了大量用户以及实时、多样的用户数据，记录了丰富的用户关系和交流内容。用户的借阅、检索等行为记录表现了其对阅读资源的显性兴趣，而社交网络中用户之间的关系、兴趣关联则蕴含了用户的多样隐性兴趣。用户常常和好友有共同或相似兴趣，且愿意信任好友的推荐。例如，一位教师借阅了一本知识工程主题的图书，他在科研群的好友借阅了机器学习主题的图书，向该教师推荐机器学习主题的图书，他很可能会心动、阅读。推荐机器学习主题类图书便提高了推荐结果的主题多样性。深入分析社交网络可以帮助图书馆更好地提供覆盖用户多样兴趣的个性化阅读推荐服务。

2 多样性阅读推荐方法和多样性度量

2.1 基于用户社交网络分析的阅读推荐方法

同一组群用户之间或者用户和好友之间常常有共同兴趣；两位用户共同点赞某篇文章，相互转发微博，参与同一话题的讨论等都在一定程度上表示他们具有共同或相似兴趣。构建和分析社交网络图模型是研究社交网络的一种重要方法。本研究提出一种基于用户社交网络分析的阅读推荐方法，根据目标用户在社交网络中的好友关系，以用户为节点、关系为边，构建目标用户的社交网络图模型，分析目标用户和好友之间的兴趣相似度，多位好友近期的多样阅读兴趣传递给目标用户，从而发现目标用户的多样隐性兴趣，向其提供具有良好多样性的阅读推荐服务。

给定目标用户 u，u 的好友用户集合 $f(u)$，$f(u)$ 阅读的资源集合 S，$f(u)$ 的阅读资源使用记录 L，按以下 3 个步骤得到用户 u 的推荐列表 $R(u)$。

（1）第 1 步：构建目标用户的社交网络图模型。根据目标用户 u 的社交网络，构建其社交网络图 G。G 为三元组 $<V, E, W>$，V 表示用户节点集合；E 表示连接节点的边集，两位用户是好友关系则在相应用户节点之间用边相连；W 表示边的权值集合，以两位用户的兴趣相似度作为连接他们的边的权值。

用户 u 和好友 $v(v \in f(u))$ 之间有边 (u, v)，u 和 v 的兴趣相似度记为 $us(u, v)$，则边 (u, v) 的权值 w_{uv} 为 $us(u, v)$，即：

$$w_{uv} = us(u, v) \qquad \text{公式(1)}$$

u 和 v 的兴趣相似度 $us(u, v)$ 可以用多种方法度量，如他们近期在社交网络中的会话次数、会话时间长度以及共同参与话题的数量等。这里采用 u 和 v 共同点赞文章占两人全部点赞文章的比例来度量，见公式(2)：

$$us(u,v) = \frac{|z(u) \cap z(v)|}{|z(u) \cup z(v)|} \qquad \text{公式(2)}$$

其中，$z(u)$ 和 $z(v)$ 分别表示用户 u 和用户 v 在社交网络的点赞文章集合。

（2）第 2 步：计算目标用户对阅读资源的兴趣度。根据社交网络图 G 和阅读资源使用记录 L，按公式(3)计算目标用户 u 对 S 中资源 i 的兴趣度 p_{ui}：

$$p_{ui} = \sum_{v \in f(u)} w_{uv} r_{vi} \qquad \text{公式(3)}$$

其中，w_{uv} 是 u 和 v 之间边的权值；r_{vi} 表示用户 u 的好友用户 v 是否对资源 i 有兴趣，如果 L 中有用户 v 的资源 i 使用记录，表示用户 v 喜欢资源 i，则 $r_{vi}=1$，否则 $r_{vi}=0$。

按公式(3)逐一计算出用户 u 对 S 中所有资源的兴趣度。

（3）第 3 步：取得阅读推荐列表。按目标用户 u 的兴趣度从高到低对 S 中的资源排序，取前面若干项目得到 top-N 推荐列表 $R(u)$。还可以设定兴趣度阈值 α，取目标用户兴趣度不小于 α 的项目组成推荐列表 $R(u)$。

2.2 主题多样性度量

要取得良好的主题多样性阅读推荐效果，需要科学的主题多样性度量方法。个性化推荐的多样性主要有 3 个方面的含义：个体多样性、总体多样性和时序多样性[30]。个体多样性和总体多样性分别从单个用户和全体用户的角度度量推荐结果的多样性，时序多样性考察推荐结果随时间的变化程度。多样性度量方法有多种，文献[34]给出了如下的个体多样性和总体多样性度量。

2.2.1 个体多样性度量　个体多样性可以通过推荐列表中项目之间的不相似性来衡量，项目之间的不相似性越高，即相似度越低，多样性便越高。设 $R(u)$ 是用户 u 的推荐列表，$s(i, j)$[0, 1] 表示项目 i 和项目 j 之间的相似度，个体多样性度量 $D(R(u))$ 描述推荐列表 $R(u)$ 中项目的两两不相似性，按公式(4)计算：

$$D(R(u)) = 1 - 2 \times \frac{\sum_{i,j \in R(u), i \neq j} s(i,j)}{|R(u)| \times (|R(u)| - 1)} \qquad \text{公式(4)}$$

2.2.2 总体多样性度量　总体多样性 D 定义为所有目标用户推荐列表多样性的平均值：

$$D = \frac{1}{|U|} \sum_{u \in U} D(R(u)) \qquad \text{公式(5)}$$

公式(5)中 U 是目标用户集合。

在图书馆的主题多样性阅读推荐中,阅读资源 i 和 j 的相似度 $s(i, j)$ 按两者的主题关联度计算:若资源 i 和资源 j 属于同一学科主题,$s(i, j)=1$;若属于联系较密切的不同学科主题,$s(i, j)=0.5$;若属于关联较小或无关联的不同学科主题,$s(i, j)=0$。根据公式(4)计算出个体主题多样性,根据公式(5)计算出总体主题多样性。

3 主题多样性的个性化阅读推荐案例

本研究以高校图书馆图书推荐为例,提出阅读推荐方法,并从个体多样性角度对推荐结果的主题多样性进行探讨。

3.1 基于用户社交网络构建和分析的图书推荐

基于上述阅读推荐方法,为用户提供学科主题多样性的个性化图书推荐。根据目标用户在图书馆 QQ 群服务社区中的好友关系,构造其社交网络图(见图 1),图 1 中用户 1 是目标用户。考虑到用户的兴趣会随时间而变化,根据用户一个月内的社交情况和借阅情况进行推荐,以使推荐结果符合目标用户的当前兴趣。用户 1 的 8 位好友中,用户 2、3、4、5 是最近一个月中与用户 1 有共同点赞文章的 4 位好友。用户 1 点赞 15 篇文章,用户 3 点赞 17 篇文章,他们共同点赞 12 篇文章。根据公式(2),以共同点赞的文章比例衡量用户间近期兴趣相似度,目标用户 1 和用户 3 兴趣相似度 $us(1, 3) = 12/(15+17-12) = 0.6$。按公式(1),用户 1 节点和用户 3 节点之间边的权值 $w_{13} = us(1, 3) = 0.6$。w_{12}、w_{14} 和 w_{15} 的计算类似。若目标用户 1 与某位好友近 1 个月无共同点赞文章, 两人兴趣相似度为 0,则该好友的阅读兴趣不向目标用户传递,不计两者之间边权值。

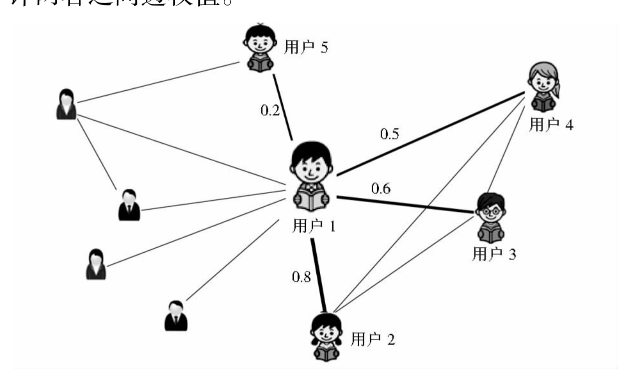


图 1　目标用户 1 社交网络

表 1 是用户 1 – 5 近一个月中图书借阅记录,以及按公式(3)计算所得的用户 1 对用户 2、3、4、5 所借图书的兴趣度。如对《隐私保护数据发布:模型与算法》一书的兴趣度是 $0.5\times1+0.2\times1=0.7$。设兴趣度阈值 α 为 0.5,得到表 2 所示的图书推荐列表。表 2 中给出了图书所属学科主题和《中国图书馆分类法》(简称《中图法》)分类号,该分类号系采用《中图法》对文献进行主题分析,并依照文献内容的学科属性和特征分门别类地组织文献,所获取的分类代号[35]。首先找出图书所属类目及相应《中图法》分类号,再根据图书内容确定其学科主题。如《基于社会化标签的 Web 知识推送:网络分析视角》一书属于"TP182 专家系统、知识工程"类目,根据该书内容确定学科主题为"知识工程"。如果采用传统的基于图书相似的协同推荐方法,得到的推荐列表中,前 4 种图书的学科主题为"数据采集",后 4 种图书的学科主题为"机器学习"。

表 1　用户图书借阅记录

借阅人	书名	ISBN	兴趣度
用户 1(目标用户)	《数据挖掘算法原理与实现》	9787302376415	
	《机器学习算法原理与编程实践》	9787121273674	
用户 2	《基于社会化标签的 Web 知识推送:网络分析视角》	9787030374066	0.8
	《语义网技术体系》	9787030422132	0.8
	《数据挖掘核心技术揭秘》	9787111519249	0.8
用户 3	《数据挖掘与预测分析》	9787302459873	0.6
	《图书馆数字资源长期保存元数据规范》	9787501357314	0.6
	《图书馆管理与阅读服务》	9787519411930	0.6
用户 4	《隐私保护数据发布:模型与算法》	9787302421771	0.7
	《实用机器学习》	9787115446466	0.5
用户 5	《人工智能:一种现代的方法》	9787302331094	0.2
	《隐私保护数据发布:模型与算法》	9787302421771	0.7

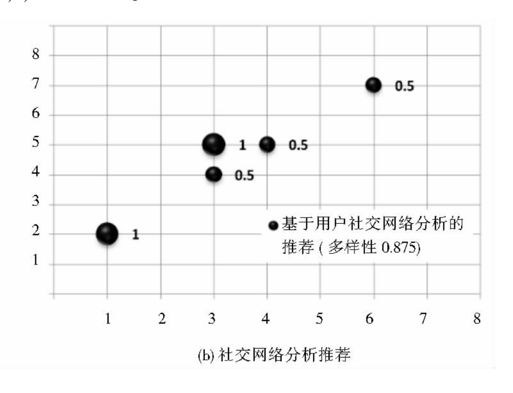
表 2　基于用户社交网络分析的图书推荐列表

序号	书名	作者	出版社/时间	学科主题	《中图法》分类号
1	《基于社会化标签的 Web 知识推送:网络分析视角》	易明	科学出版社/2013	知识工程	TP182
2	《语义网技术体系》	瞿裕忠，胡伟，程龚	科学出版社/2015	知识工程	TP182
3	《数据挖掘核心技术揭秘》	贾双成,王奇	机械工业出版社/2015	数据采集	TP274
4	《隐私保护数据发布:模型与算法》	吴英杰	清华大学出版社/2015	数据管理	TP274
5	《数据挖掘与预测分析》	［美］Daniel T. L.，Chantal D. L.	清华大学出版社/2017	数据采集	TP274
6	《图书馆数字资源长期保存元数据规范》	中华人民共和国文化部	国家图书馆出版社/2016	数字图书馆	G250
7	《图书馆管理与阅读服务》	王宁,吕新红,哈森	光明日报出版社/2017	图书馆管理/图书馆服务	G251/G252
8	《实用机器学习》	孙亮,黄倩	人民邮电出版社/2017	机器学习	TP181

3.2　推荐图书的主题多样性分析

按 2.2 节中的个体主题多样性度量方法来定量分析推荐图书的多样性。协同过滤推荐结果和社交网络分析推荐结果的图书两两相似度比较见图 2，横纵坐标表示图书在推荐列表中的序号，气泡旁边的数字表示两本图书的相似度。例如，图 2(b)中(3, 4)位置的气泡数字为 0.5，表示表 2 推荐列表中序号 3 和序号 4 的两本图书相似度为 0.5。与图 2(a)相比，图 2(b)中气泡数量更少且更小，故社交网络分析推荐的图书两两相似度更低，更具多样性。推荐列表有 8 种图书，故 $|R(u)|=8$。根据图 2(b)中的图书相似度，按公式(4)计算，用户社交网络分析推荐的多样性是 $1-2\times(1+1+0.5+0.5+0.5)/(8\times(8-1))=0.875$。同样，根据图 2(a)和公式(4)，可以得到基于图书相似的协同过滤推荐的多样性是 $1-2\times(1\times12)/(8\times(8-1))=0.571$。

(a) 协同过滤推荐



(b) 社交网络分析推荐

图 2　两种推荐结果的图书两两相似度比较

定量分析表明，基于用户社交网络分析的图书推荐列表多样性更佳。从协同过滤推荐方法和社交网络分析推荐方法的准确率来看，前者的推荐图书均符合目标用户的兴趣，准确率达到 100%；而后者的推荐图书中目标用户对《隐私保护数据发布：模型与算法》一书不感兴趣，准确率是 87.5%，虽然比前者略低，也达到了较高水平。基于社交网络分析的阅读推荐在准确率和多样性上达到了良好的平衡。综合考虑，目标用户对基于社交网络分析的推荐更满意，原因在于他近期在与好友用户 2、3、4 共同探讨互联网 + 图书馆的知识服务，彼此之间兴趣相似度很高，从而认为多样主题的推荐图书有助于自己的近期研究，更有阅读价值，主观上对多样性的推荐结果的满意度更高。

4　结语

近年来，高校图书馆建立了基于社交网络的服务平台，进行信息发布、信息咨询、学科知识服务。用户与图书馆的互动，以及用户之间交流讨论、发表观点、相互评论和点赞，为发现用户兴趣和需求，进行个性化阅读推荐提供了新的途径。用户和好友通常有共同或相似兴趣，本研究据此提出一种基于用户社交网络分析的主题多样性阅读推荐方法，通过用户在社交网络中的兴趣相似好友来挖掘用户的多样隐性兴趣，实现多样性推荐。首先采用目标用户和好友的共同点赞文章占两人全部点赞文章的比例来计算他们的兴趣相似度，然后将好友的多样阅读兴趣以兴趣相似度为权重传播给目标用户，得到目标用户对阅读资源的兴趣度，最后根据兴趣度值进行 top-N 推荐，或者取兴趣度值

大于设定阈值的阅读资源进行推荐。本研究还根据所提出的方法,给出了高校图书馆的图书推荐案例。案例的个体多样性分析表明,用户社交网络能帮助发现用户的隐性兴趣,进而为用户提供符合当前需求的主题多样性阅读推荐。

用户社交网络分析在阅读推荐服务中有一定应用价值,可以作为传统阅读推荐策略的有益补充。需要指出,本研究是初步的,提出的方法存在着局限性。本研究通过典型案例来说明方法过程,仅从个体多样性的角度讨论推荐结果。在案例中,仅考虑用户近一个月的社交和借阅情况,虽然有助于推荐结果合乎用户当前兴趣,但是若目标用户的兴趣相似好友在短时间内借阅太少甚至没有借阅,会造成推荐项目缺乏。在后续工作中,需要研究选取更为合适的时间窗口,避免出现没有阅读资源推荐的极端情况。同时,进一步从总体多样性的角度分析推荐结果的主题多样性,根据分析结果改进、完善推荐方法,使基于用户社交网络分析的高校图书馆个性化阅读推荐服务能更好地满足用户的多样阅读兴趣,为用户提供多元知识,促进知识迁移、知识互补和知识创新。

参考文献:

[1] 胡吉明, 张蔓蒂. 基于知识社区的高校数字图书馆服务拓展[J]. 图书情报知识, 2014(3):117-123.

[2] 柳益君, 何胜, 熊太纯, 等. 大数据挖掘视角下的图书馆智慧服务——模型、技术和服务[J]. 现代情报, 2017, 37(11):81-86.

[3] 阮光册, 夏磊. 推荐系统的发展与公共图书馆个性化信息服务探讨[J]. 图书馆, 2016(2):94-99.

[4] 邱丰. 我国图书馆参考咨询中社交媒体利用情况调查研究[J]. 图书馆学研究, 2017(23):65-69.

[5] 刘璇. 图书馆领域社交网络应用研究述评与展望[J]. 中国图书馆学报, 2016, 42(6):102-116.

[6] 张泸月. 用户满意度视角下社交阅读推广服务的路径选择[J]. 图书情报工作, 2016, 60(21):61-67.

[7] ROSSMANN D, YOUNG S W H. Social media optimization: making library content shareable and engaging[J]. Library hi technology, 2015, 33(4):526-544.

[8] TSUJI K, TAKIZAWA N, SATO S, et al. Recommendation based on library loan records and bibliographic information[J]. Procedia-social and behavioral sciences, 2014, 147:478-486.

[9] LI R. Simulation research of university library recommended system based on big data and data mining[C]//3rd international conference on machinery, materials and information technology applications, Qingdao, Atlantis, 2015:202-206.

[10] HE P. The research on personalized recommendation algorithm of library based on big data and association rules[J]. The open cybernetics & systemics journal, 2015, 9(1):2554-2558.

[11] 袁银池, 王秀红, 金玉成. 基于用户阅读行为的主动推送微服务模式研究——以专利文献为例[J]. 情报理论与实践, 2017, 40(1):98-103.

[12] 袁虎声, 赵洗尘. 基于加权借阅网络的个性化推荐算法与实现[J]. 图书情报工作, 2016, 60(10):130-134.

[13] AKBAR M, SHAFFER C A, FAN W, et al. Recommendation based on deduced social networks in an educational digital library[C]//2014 IEEE/ACM joint conference on digital libraries, London, IEEE, 2014:29-38.

[14] 田磊, 任国恒, 王伟. 基于聚类优化的协同过滤个性化图书推荐[J]. 图书馆学研究, 2017(8):75-80.

[15] 何胜, 冯新翎, 武群辉, 等. 基于用户行为建模和大数据挖掘的图书馆个性化服务研究[J]. 图书情报工作, 2017, 61(1):40-46.

[16] 唐晓波, 周咏. 基于图书基因组的个性化图书推荐研究[J]. 图书馆学研究, 2017(2):76-85.

[17] 曾子明, 金鹏. 基于用户兴趣变化的数字图书馆知识推荐服务研究[J]. 图书馆论坛, 2016(1):94-99.

[18] 曾子明, 陈贝贝. 移动环境下基于情境感知的个性化阅读推荐研究[J]. 情报理论与实践, 2015, 38(12):31-36.

[19] 张闪闪, 黄鹏. 基于 LBS 的图书馆个性化推荐系统的构建[J]. 图书馆杂志, 2015, 34(12):61-68.

[20] 洪亮, 钱晨, 樊星. 移动数字图书馆资源的情境感知个性化推荐方法研究[J]. 现代图书情报技术, 2016, 32(z1):110-119.

[21] ZIEGLER C N, LAUSEN G. Making product recommendations more diverse[J]. Bulletin of the IEEE computer society technical committee on data engineering, 2009, 32(4):23-32.

[22] SCHEDL M, HAUGER D. Tailoring music recommendations to users by considering diversity, mainstreaminess, and novelty[C]//The 38th international ACM SIGIR conference on research & development in information retrieval, Santiago, ACM, 2015:947-950.

[23] YAMABA H, TANOUE M, TAKATSUKA K, et al. On a serendipity-oriented recommender system based on folksonomy and its evaluation[J]. Procedia computer science, 2013(22):276-284.

[24] 胡吉明, 林鑫. 基于热传导能量扩散的社会化小众推荐融合算法设计[J]. 情报理论与实践, 2016, 39(4):119-123.

[25] 周涛. 个性化推荐的十大挑战[J]. 中国计算机学会通讯, 2012, 8(7):48-61.

[26] ZHOU T, KUSCSIK Z, LIU J G, et al. Solving the apparent diversity-accuracy dilemma of recommender systems[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2010, 107(10):4511-4515.

[27] LU L, LIU W. Information filtering via preferential diffusion[J]. Physical review E ,2011,83(6): 066119.

[28] LIU J G, ZHOU T, GUO Q. Information filtering via biased heat conduction[J]. Physical review E, 2011, 87(1):037101.

[29] NEWMAN M E J. The structure and function of complex networks

[J]. Siam review, 2003, 45(2):167－256.

[30] 安维，刘启华，张李义. 个性化推荐系统的多样性研究进展[J]. 图书情报工作，2013，57(20):127－135.

[31] 张富国，徐升华. 基于信任的电子商务推荐多样性研究[J]. 情报学报，2010，29(2):350－355.

[32] WU Q, LIU S, MIAO C, et al. A social curiosity inspired recommendation model to improve precision, coverage and diversity [C]//2016 IEEE/WIC/ACM international conference on web intelligence, Omaha, IEEE, 2016, 240－247.

[33] WU H, CUI X, HE J, et al. On improving aggregate recommendation diversity and novelty in folksonomy-based social systems[J]. Personal and ubiquitous computing, 2014, 18(8):1855－1869.

[34] 项亮. 推荐系统实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2012.

[35] 中图分类号[EB/OL]. [2018－01－23]. https://baike.baidu.com/item/中图分类号.

作者贡献说明：

柳益君:提出研究思路,撰写论文;

何胜:设计论文框架,提出修改建议;

吴智勤:为研究选题提供重要素材和指导;

赵小荣:撰写研究现状部分;

习海旭:提出修改建议。

Reading Recommendation with Subject Diversity of University Libraries Based on Analysis of User Social Network

Liu Yijun[1,3] He Sheng[1,3] Wu Zhiqin[2] Zhao Xiaorong[1,3] Xi Haixu[1,3]

[1] School of Computer Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou 213001

[2] Jiangsu University of Technology Library, Changzhou 213001

[3] Key Laboratory of Cloud Computing & Intelligent Information Processing of Changzhou City, Changzhou 213001

Abstract: [**Purpose/significance**] That the recommendation results cover the diverse interests of users and have good subject diversity is of great significance for improving the user satisfaction of library personalized reading recommendation services. [**Method/process**] This paper proposes a reading recommendation method based on social network analysis, which supplies users with reading recommendation with subject diversity through mining the user's diverse implicit interests by his friends who have similar interests with him. A book recommendation case of university library which has good subject diversity is given. [**Result/conclusion**] The analysis of user social network supplies university libraries with the new way of discovering diverse interests of users so as to provide reading recommendation services with subject diversity and construct the multiple knowledge structure of users.

Keywords: university library　analysis of user social network　personalized reading recommendation　subject diversity